

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Kleště pro manipulaci se sádrovými bloky

Tongs for Handling Gypsum Blocks

Student:

Lukáš Krautwurst

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Oldřich Učeň, Ph. D.

Ostrava 2012

## Zadání bakalářské práce

Student: **Lukáš Krautwurst**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení  
Specializace: 20 Výrobní stroje a zařízení  
Téma: **Kleště pro manipulaci se sádrovými bloky**  
**Tongs for Handling Gypsum Blocks**

### Zásady pro vypracování:

Navrhněte kleště pro manipulaci se sádrovými bloky. Kleště budou přemisťovat vysušené sádrové bloky z pásu na paletu. Kleště musí sevřít současně dvě řady sádrových bloků. Celkový počet současně přemisťovaných bloků je 18. Velikost sádrového bloku je 450 x 300 x 80 mm (délka x výška x šířka).

### Vypracujte:

1. Technickou zprávu s popisem funkce navrhovaného zařízení se všemi nezbytnými výpočty.
2. Konstrukční návrh kleští pro manipulaci se sádrovými bloky.
3. Pevnostní kontrolu důležitých uzlů.
4. Detailní výrobní výkres vybrané součásti.

### Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910. *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

Hlavenka B. *Manipulace s materiálem: (systémy a prostředky manipulace s materiálem)*. Brno: VUT Brno, 1990. 164 s. 80-214-0068-4.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 21.5.2012 .....

 .....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 21.5.2012

  
.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Lukáš Krautwurst

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Nová 763, 747 27, Kobeřice

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Krautwurst L. *Kleště pro manipulaci se sádrovými bloky: Bakalářská práce.* Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2012, 46 s. Vedoucí práce: Učeň O.

Bakalářská práce se zabývá návrhem kleští pro manipulaci se sádrovými bloky. V bakalářské práci jsou řešeny samosvorné manipulační kleště pro manipulaci s přesným počtem 18 sádrových superbloků firmy Gypstrend s.r.o. V práci se uvádí experimentálně zjištěné koeficienty tření, kdy se dále pokračuje ve výpočtu s nižším koeficientem, který je mezi samotnými bloky. Výpočet svěrné síly potřebné k překonání síly třecí. Pomocí metody konečných prvků a softwaru Ansys Workbench 14 jsou kontrolovány čelisti kleští.

## **ANOTATION OF BACHELOR THESIS**

Krautwurst L. *Tongs for Handling Gypsum Blocks: Bachelor thesis.* Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2012, 46 s. Thesis head: Učeň O.

This thesis deals with tongs for handling the gypsum blocks. In the thesis are solved self-locking tongs to handle the exact number of 18 gypsum superblocs Gypstrend Company Ltd. The work shows experimentally determined coefficients of friction, which still continued in the calculation of a lower rate to the blocks themselves. Calculation of the compression force needed to overcome frictional forces. Finite element software Ansys Workbench and 14 are controlled jaw tongs.

## Obsah

Seznam použitého značení.....	8
1. Úvod.....	10
2. Něco o Gypstrend s.r.o. ....	14
2.1. Superblok .....	17
3. Manipulační kleště .....	19
4. Experimentální výpočet koeficientu tření.....	20
5. Výpočet sil .....	22
5.1 Výpočet potřebné svěrné síly pomocí koeficientu tření .....	22
5.2 Silový rozbor.....	23
5.2.1 První silový rozklad .....	24
5.2.2 Druhý silový rozklad .....	26
5.2.3 Výpočet svěrné síly $F_s$ .....	27
6. Kontrola zvoleného průměru čepu .....	29
6.1 Kontrola hlavního čepu .....	29
6.2 Kontrola nejvíce namáhaného dalšího čepu .....	32
6.3 Výpočet svaru oka.....	35
7. Kontrola sádrových bloků na otláčení.....	36
8. Kontrola čelistí pomocí MKP .....	37
8.1 Vytvoření počítačového modelu pomocí metody konečných prvků .....	37
8.2 Výpočet napjatosti a deformace vedení dlaňí čelistí.....	39
8.3 Závěr dosažených výsledků pomocí MKP .....	41
9. Konstrukční řešení jednotlivých dílů .....	42
9.1 Závěsné oko .....	43
9.2 Čelisti.....	43
9.3 Zachycení.....	44

10.	Závěr .....	45
11.	Seznam použité literatury.....	46
12.	Přílohy .....	47

## Seznam použitého značení

$A$ .....	Vnitřní táhlo .....	[1]
$B$ .....	Vnější táhlo .....	[1]
$E$ .....	Modul pružnosti .....	[MPa]
$F$ .....	Síla na plochu $S$ .....	[N]
$F_1$ .....	Síla ve vnějším táhlu .....	[N]
$F_2$ .....	Síla ve vnitřním táhlu .....	[N]
$F_{1x}$ .....	Xová složka síly $F_1$ .....	[N]
$F_{1y}$ .....	Ypsilonová složka síly $F_1$ .....	[N]
$F_n$ .....	Normálová síla .....	[N]
$F_t, F_{t1}, F_{t2}$ ....	Třecí síly .....	[N]
$F_s$ .....	Svěrná síla .....	[N]
$F_z$ .....	Zdvihová síla .....	[N]
$M_o$ .....	Ohybový moment .....	[Nm]
$R_{cx}, R_{cy}$ .....	Reakce v otočném bodě páky .....	[N]
$Re$ .....	Mez kluzu .....	[MPa]
$S$ .....	Plocha .....	[m <sup>2</sup> , mm <sup>2</sup> ]
$W_o$ .....	Modul průřezu .....	[m <sup>3</sup> ]
$a, b$ .....	Rozměry v nosníku .....	[m, mm]
$d$ .....	Průměr čepu .....	[m, mm]
$f_1$ .....	Koeficient tření, sádra x sádra .....	[1]
$f_2$ .....	Koeficient tření, sádra x pryž .....	[1]



$l$ .....	Délka nosníku .....	[m, mm]
$l_1, l_2, l_3$ .....	Délky páky .....	[m, mm]
$p_{dov}$ .....	Pevnost v tlaku sádrového bloku .....	[MPa]
$r$ .....	Poloměr dlaně .....	[m, mm]
$\alpha$ .....	Úhel sevřený mezi svislým táhlem a táhlem B .....	[°]
$\beta$ .....	Úhel sevřený mezi svislým táhlem a táhlem A .....	[°]
$\mu$ .....	Poissonovo číslo .....	[1]
$\pi$ .....	Pí .....	[1]
$\sigma_{DO}$ .....	Dovolené napětí v ohybu .....	[MPa]
$\tau_{Dsvaru}$ .....	Dovolené napětí ve svaru .....	[MPa]
$\tau_{SD}$ .....	Dovolené napětí ve střihu .....	[MPa]

## 1. Úvod

V každé strojírenské firmě je zapotřebí mít manipulační zařízení. Díly, se kterými se pracuje, mívají většinou daleko větší hmotnost, jakou by mohl člověk unést, a proto je nutné mít na to pomocníka.

Manipulačních zařízení je velké množství. Hlavní rozdělení je dle jejich nosnosti. Od malých a rychlých s nosností do 1 tuny až po mohutné a velké, které dokážou přenést břemena vážící přes několik desítek tun.

Sám jsem měl zkušenost, že ani třeba na pohled malá zpětná klapka není nic lehkého a bez pomoci jeřábu by jsem s ní nemohl vůbec hnout.

Ve většině případů manipulační zařízení obsahuje navíjecí mechanismus a hák, na který se poté zavěsí buď přímo břemeno nebo se na hák pověsí popruhy v případě, že je břemeno už ve stavu, kdy se nesmí poškodit nátěr a háky by ho mohly poškrábat.



*Obr. 1.1 Kočka jeřábu [1]*

Oblast zdvihacích zařízení zahrnuje široké spektrum technických zařízení počínaje jeřáby nejrůznějšího provedení až po lyžařské vleky. Podle platné vyhlášky č. 19/1979 Sb., kterou se určují vyhrazené zdvihací zařízení tyto rozdělujeme na několik skupin. Především na zdvihadla a jeřáby do nosnosti 5 tun. Tyto se nepovažují za vyhrazené. To znamená, že při jejich uvádění do provozu nemusí být přítomny orgány státního

odborného dozoru. Na rozdíl od zdvihadel a jeřábů s nosností nad 5 tun, které se za vyhrazené považují.

Obdobně jsou definována i další zdvihací zařízení, jako jsou stavební výtahy s možností dopravy osob, výtahy, které jsou trvalou součástí budov, pohyblivé pracovní plošiny a regálové zakladače. Regálové zakladače jsou součástí velkých skladů a technická norma ČSN 26 9030 se vztahuje i na jejich provoz.

Nejčastěji, pomineme-li drobná zdvihadla se setkáváme s provozem jeřábů. Rozdělení je opět z několika hledisek, to zásadní je na jeřáby mostové, portálové, věžové, mobilní - především na automobilovém podvozku, konzolové, kolejové, plovoucí atd. Ovládání buď z kabiny nebo koše nebo v poslední době stále častěji dálkově vysílačkou.



*Obr. 1.2, 1.3 Jednokolejnicové podvěsné dráhy [1]*

Provoz jeřábů zahrnuje prakticky vše, co se s jeřáby nebo na jeřábech provádí a co je jejich výrobcem dovoleno nebo požadováno. Patří sem nejen manipulace s jeřáby, ale i montáž a demontáž jeřábů, jejich přestavení do pracovní polohy nebo změna sestavy (např. výložníku, věže) použití přídatných zařízení, provádění oprav, údržby, čištění, mazání a seřizování. Důležité jsou provozní podmínky, které zahrnují všechny požadavky na provoz jeřábů v souladu s příslušnými právními předpisy a návody a pokyny výrobce. Podle provozu jeřábu jde zejména o omezení nosnosti a povolenou rychlost větru, při níž je možno s jeřáby pracovat, o povolený počet současných pohybů, o omezení rychlosti zdvihu s ohledem na zatížení jeřábů, omezení použití s ohledem na polohy jeřábů a případné další požadavky vyplývající z provedení, vybavení, předpokládaného použití nebo jiných omezení specifikovaných výrobcem.



*Obr. 1.4 Portálový jeřáb [1]*

Základní technickou normou pro provoz jeřábů je v současné době ČSN ISO 12 480-1 Jeřáby - Bezpečné používání. Předmět normy je velice obsáhlý a uvedený systém je již v souladu s požadavky směrnic Evropského společenství.

Jsou v ní definovány pojmy jako kompetentní osoba, jeřábník, vazač, organizace zaměstnavatele atd. Stěžejním pojmem v této normě je však "Systém bezpečné práce". Je to předpis zaměstnavatele, který je nutno zpracovat pro bezpečný provoz jeřábů. Ten musí být dodržován při každé činnosti jeřábu ať jde pouze o jednotlivý zdvih, nebo o skupinu opakujících se operací. Požadavek na vytvoření systému bezpečné práce lze považovat za klíčový, protože bez něj nesmějí být jeřáby provozovány.

Zvláštní důraz je kladen na zpracování a použití při každé činnosti jeřábu bez ohledu na rozsah činností, počet zařízení, trvalý nebo dočasný provoz, provoz s vlastním nebo pronajatým jeřábem. Základním požadavkem je v rámci systému bezpečné práce vyřešit všechna nebezpečí, která se mohou při používání jeřábů vyskytnout.

Při práci s jeřáby jsou důležitou kapitolou používané vázací prostředky popř. prostředky pro uchopení břemen. Za manipulaci břemen jeřábem nese odpovědnost jeřábník i vazač. Rizika vznikající z nesprávně použitých vázacích prostředků jsou velická. Především se jedná o pád břemen a možnost zasažení osob v blízkosti jeřábu. Je samozřejmé, že provozovatel jeřábů má svoji odpovědnost za jejich bezpečný

provoz a realizuje to prostřednictvím pověřené osoby, která musí být vybavena potřebnými pravomocemi, aby byla schopna zajistit bezpečné fungování celého systému. I zde platí zásadní věci, jako zajištění kontrol, revizí, revizních zkoušek, inspekcí v souladu s národními předpisy a předpisy výrobce, včetně zajištění potřebné kvalifikace pro profese jeřábník, vazač popř. signalista podloženou zdravotní způsobilostí těchto osob. [ 3 ]



*Obr. 1.5 Podvésné jeřáby [ 1 ]*

## 2. Něco o Gypstrend s.r.o.

**GYPSTREND s. r. o.** je jediným nástupcem bývalého s. p. Sádrovcové doly Kobeřice, kdy dnem 1. 1. 1995 nabyla v procesu privatizace jeho majetek a závazky. Společnost, založená původně třemi partnery, je dnes ve vlastnictví jednoho z nich - Františka Peringra. Ve společnosti **GYPSTREND s. r. o.** momentálně pracuje na 80 zaměstnanců. Největší skupinu tvoří vyučení odborní dělníci. Méně početnou skupinou pak jsou absolventi středních a vysokých škol, kteří zastávají manažerské a administrativní pozice.

Firma je jediným těžitelem a zpracovatelem přírodního sádrovce z jediné známé lokality v České republice. Místní ložisko sádrovce a ložisko na okraji Opavy, které bylo těženo od první poloviny 19. století do roku 1963, jsou částí stejné opavské pánve. V roce 1963 došlo k zatopení opavského ložiska a vytvořila se zde rekreační oblast Stříbrné jezero. Současné ložisko zahrnuje plochu cca. 140 ha, z čehož aktuálně těžený povrch tvoří cca. 60 ha. Bylo otevřeno v roce 1963 jako pokračování opavského provozu, využívající zaměstnance a zařízení ze zatopeného dolu.

**GYPSTREND s. r. o. je držitelem všech nezbytných kvalifikací a oprávnění k těžbě (Dobývací prostor a POPD) na dvou lokalitách stejné opavské pánve poblíž stávajícího závodu.**

Část vytěženého sádrovce je po drcení a homogenizaci dopravována železnicí do cementáren v České i Slovenské republice, kde slouží jako regulátor tuhnutí při výrobě cementu (**GYPSTREND s. r. o.** vlastní a provozuje 13,5 km vlečky s dvěma lokomotivami a seřadovací nádraží, jež jsou napojeny na svršek Českých drah). Zbytek sádrovce se kalcinací zpracovává na sádrové pojivo, které se pak prodává jako volně ložené nebo pytlované v 1kg, 2 kg, 5 kg a 30 kg balení. Část sádrového pojiva se používá pro výrobu přesných příčkových tvárnic **SUPERBLOK®** a pro výrobu ucelené řady ušlechtilých sádrových omítek **ProGypsum®**, u nichž lze předpokládat, že se stanou hlavním zdrojem příjmů přidané hodnoty pro mnohá následující léta. Tento předpoklad je podpořen celosvětovým vývojem, kde jsou sádrové omítky hlavním materiálem využívaným pro omítání vnitřních prostor.

Díky vlastní těžké mechanizaci a terénním nákladním automobilům, je firma schopna poskytnout širokou paletu služeb při provádění zemních a stavebních prací pro externí zákazníky. Rozlehlé prostory vytěženého ložiska pak umožňují uložení téměř neomezeného množství inertních materiálů z demoličních či výkopových prací.

**GYPSTREND s. r. o.** je zkušeným pokračovatelem v dlouholeté tradici těžby a zpracování sádrovce. Probíhající těžba je řízená za pomoci australského těžařského software Surpac, který umožňuje optimalizovat postup těžby a tím přispívá k větší rovnoměrnosti kvality těžené suroviny. Pomocí tohoto programu se řídí dobývání ložiska a minimalizuje kolísání ryzosti expedovaného sádrovce, kde je tato kolísavost důležitým parametrem kvality. Tím staví technickou úroveň na současnou světovou vrcholovou úroveň v oboru. Toto vybavení umožňuje modelování těžby vlastními silami. Ve spolupráci s britskou poradenskou firmou Geoplan byly pomocí tohoto programu projektovány veškeré podklady nutné k získání potřebných oprávnění k těžbě v nových lokalitách.

Kromě zpracování přírodního sádrovce, **GYPSTREND s. r. o.** rovněž zpracovává i syntetický sádrovec - titano-sádrovec, na jehož exklusivní zpracování získal dvacetiletou smlouvu s jeho výrobcem Precheza Přerov. Tento materiál bude v nedaleké budoucnosti zpracováván v novém závodě situovaném v pronajatých prostorách přímo na místě vzniku v areálu Precheza Přerov.

**GYPSTREND s. r. o.** vyvinul vlastní technologii pro výrobu přesných příčkových tvárnic **SUPERBLOK®**. Firma má kromě vlastního know-how k dispozici také chráněné průmyslové vlastnictví, týkající se částečné substituce sádry sádrovcem. To má významnou hodnotu zejména při zpracovávání odpadního průmyslového sádrovce, který se ve své kalové formě velmi těžko odvodňuje.

Nově vyvíjený program **FERROBLOK** prezentuje materiál budoucnosti se schopností absorpce elektromagnetického záření. První vzorky testované Vojenským technickým ústavem obrany v Brně vykazují nulovou reflexi a 50% absorpci záření v mikrovlnném spektru. Materiál se 100% absorpcí je v prvních krocích. Na tento program navazují i výzkumy v oblasti vývoje omítky se obdobnými vlastnostmi.

**GYPSTREND s. r. o.** provozuje Centrum aplikovaných věd v spolupráci s Hornicko – geologickou fakultou Technické univerzity v Ostravě, která je jednou z nejstarších báňských fakult na světě. Centrum poskytuje témata pro diplomové a disertační práce s využitím software Surpac. Sféra práce centra se také v dohledné době rozšíří o programy Cambridge Environmental Research Consultants, které modelují projevy a dopady znečištění ovzduší. To umožní centru nabídnout kompletní servis v technickém řešení environmentálních problémů půdy, vody a ovzduší týkajících se požadavků EIA (Environmental Impact Analysis).

Veškeré výrobky firmy **GYPSTREND s. r. o.** splňují kritéria stanovená jak národními, evropskými normami. Vysoká kvalita veškerých produktů je neustále pod pečlivým dohledem zkušených laboratorních techniků a je pravidelně kontrolována v předem stanovených intervalech.



## **2.1. Superblok**

### **SUPERBLOK<sup>®</sup> – Příčkové tvárnice ze sádrové hmoty pro bezomítkové zdění**

Stěny ze SUPERBLOKU mají vynikající požární odolnost, velmi příznivé tepelně a zvukově izolační vlastnosti. Využitím přirozené schopnosti sádrové hmoty regulovat vzdušnou vlhkost vytvářejí optimální klima obytných i jiných prostor.

#### **Charakteristika:**

- vyráběny z lité sádry
- určeny ke zhotovování vnitřních nenosných stěnových konstrukcí, izolovaných od zemní a jiné vlhkosti
- výrobek s řadou předností proti tradiční technologii zdění

#### **Výhody SUPERBLOKU**

- tvarová přesnost a rozměrová stálost
- snadná opracovatelnost (řezáním, vrtáním, frézováním), jak ručním nářadím, tak malou mechanizací
- rychlá, jednoduchá a čistá montáž stěny s použitím speciálního sádrového pojiva
- možnost snadného zabudování veškerých instalací a zavěšení běžných zřizovacích předmětů
- povrchová úprava stěny (malbou, obklady, tapetováním) přímo na připravené zdivo - bez omítání!

#### **KVALITA**

Jakost vyrobených tvárnic je sledována podnikovou laboratoří a je pod stálým dohledem autorizované osoby.

## CENA

Sádrový příčkový systém Superblok je oproti standardním příčkovým systémům cenově výhodnější, především v tom, že nepotřebuje povrch omítat. Tato výhoda je mimo jiné umocněna nadstandardními přednostmi, jako je finální hladkost povrchu, vysoká požární odolnost a bezkonkurenční zdravotní nezávadnost aj. [ 2 ]

### Technické údaje:

Tab. 2.1 Technické údaje [2]

<b>Rozměr (délka x výška x šířka)</b>	450 x 300 x 80 mm
<b>Hmotnost</b>	9 – 12 kg
<b>Objemová hmotnost</b>	840 – 1130 kg/m <sup>3</sup>
<b>Počet ks / 1m<sup>2</sup></b>	7,4 ks
<b>Plošná hmotnost</b>	67 – 89 kg/m <sup>2</sup>
<b>Pevnost v tlaku</b>	2 Mpa
<b>Index zvukové neprozvučnosti R<sub>w</sub></b>	36 dB
<b>Tepelný odpor R<sub>T</sub></b>	0,40 m <sup>2</sup> K/W
<b>Tepelná vodivost</b>	0,20 W/mK
<b>Požární odolnost</b>	min. 180 min
<b>Hmotnostní radioaktivita <sup>226</sup>Ra</b>	max. 8 Bq



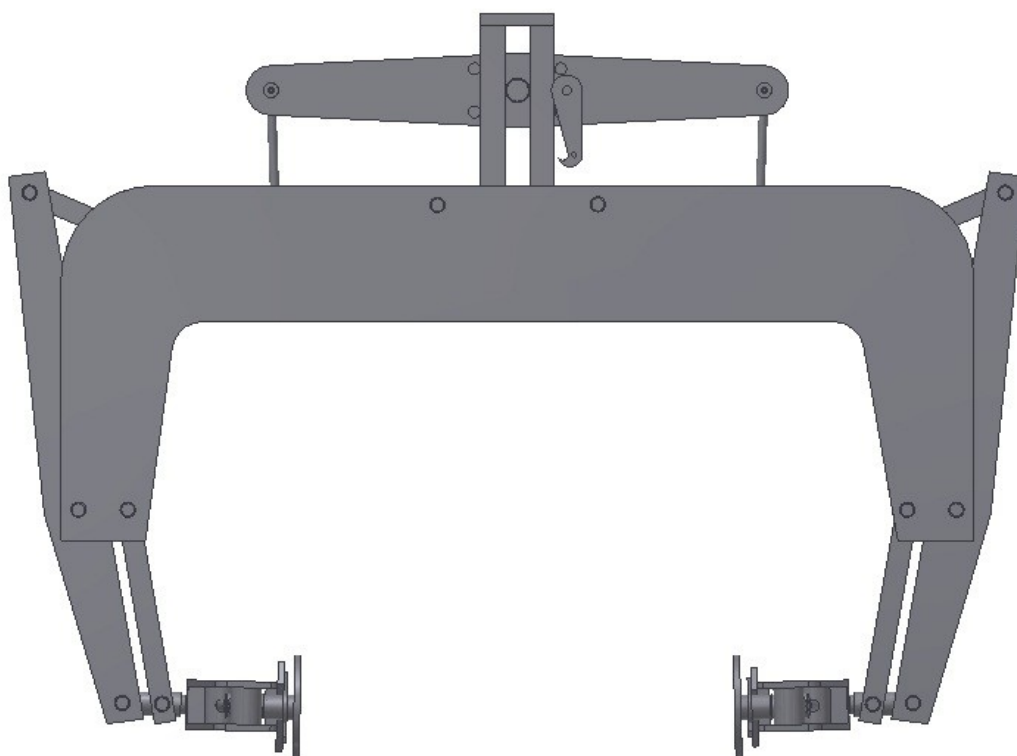
Obr 2.1 Ukázka příček ze superbloků [2]

### 3. Manipulační kleště

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem samosvorných manipulačních kleští pro manipulaci se sádrovými bloky „superbloky“ firmy Gypstrend s.r.o. Jejich pracovní činnost je přemístění a ukládání bloků z pásu vycházející ze sušící pece na připravené palety.

Kleště na jeden pracovní zdvih pojmu až 18 superbloků, ve dvou řadách po devíti blocích. Rozměry bloků jsou 450 x 300 x 80 [mm], hmotnost je 12 kg pro mokré resp. 9 kg pro již vysušené bloky.

Klíčový údaj pro výpočet je součinitel tření  $f$ . Po experimentálnímu zjištění koeficientu tření mezi sádrou x sádrou a sádrou x pryží, ke kterému se v průběhu práce ještě dostaneme je  $f_1 = 0,833$  a  $f_2 = 0,722$ .



*Obr. 3.1 Manipulační samosvorné kleště [3]*

#### 4. Experimentální výpočet koeficientu tření

Pro možný a funkční konstrukční návrh samosvorných kleští bylo nutné znát koeficient tření. Pro tyto kleště musely být zjištěny dva různé koeficienty. A to, jak tření mezi samotnými bloky, tak také tření mezi bloky a pryžovou podložkou na dlaních kleští.

Experiment jsem udělal přímo ve firmě Gypstrend s.r.o.

Nejdříve jsem měřil sílu, která je potřebná k popotazení bloku po pryžové podložce. V mém případě jsem jako podložku použil dopravníkový pás.



*Obr. 4.1 Zjištění koeficientu tření [3]*



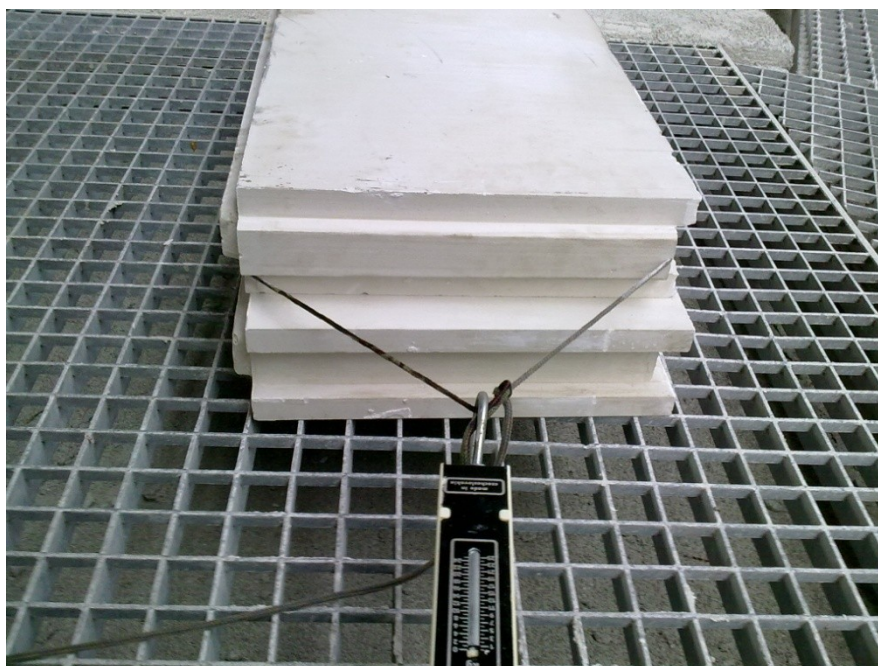
*Obr. 4.2, 4.3 Zjištění koeficientu tření [3]*



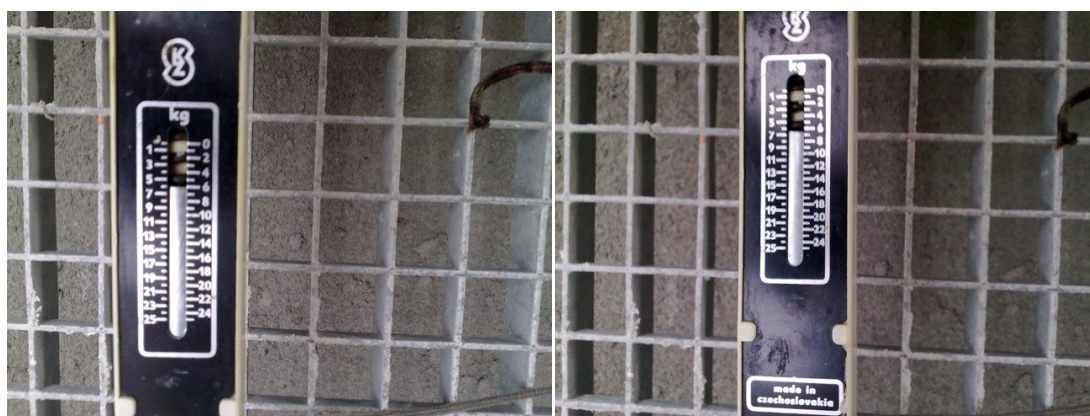
Ze dvou provedených měření jsem do výpočtu koeficientu tření dosadil průměrnou hodnotu  $F_{t1} = 75 \text{ N}$  a jako  $F_n = \text{hmotnost bloku } 9 \text{ kg} = 90 \text{ N}$

$$F_{t1} = f_1 \cdot F_n \Rightarrow f_1 = \frac{F_{t1}}{F_n} = \frac{75}{90} = 0,833 [1] \quad [4.1]$$

Druhý případ bylo zjištění koeficientu tření mezi sádrovými bloky.



Obr. 4.4 Zjištění koeficientu tření [3]



Obr. 4.5, 4.6 Zjištění koeficientu tření [3]

I zde vycházím z průměrné hodnoty dvou měření kde  $F_{t2} = 65 \text{ N}$ .

$$F_{t2} = f_2 \cdot F_n \Rightarrow f_2 = \frac{F_{t2}}{F_n} = \frac{65}{90} = 0,722 \text{ [1]} \quad [4.2]$$

Z výpočtu obou koeficientů tření vidíme  $F_{t2} < F_{t1}$ , a proto z důvodů funkčnosti a bezpečnosti budu dále počítat s nižším koeficientem tření  $F_{t2}$ .

## 5. Výpočet sil

### 5.1 Výpočet potřebné svěrné síly pomocí koeficientu tření

Svěrnou sílu potřebnou k udržení sádrových bloků v kleštích a také samotné bloky mezi sebou spočítáme pomocí vzorce pro třecí sílu. Kde  $F_t = G$ .

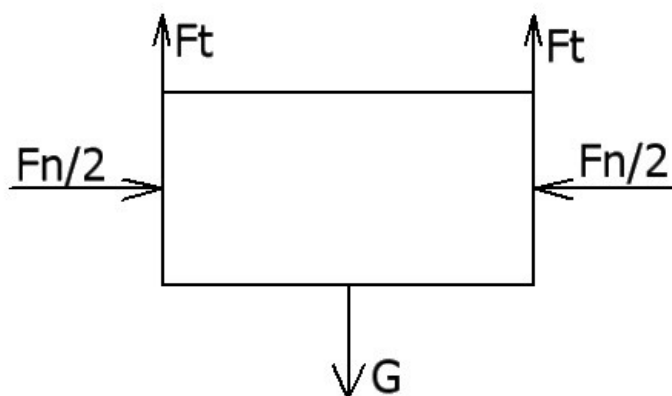
Pro 18 bloků,  $9 \times 18 = 162 \text{ kg} \Rightarrow G = 1620 \text{ N}$

$$F_t = f \cdot F_n$$

$$F_n = \frac{G}{f_{t2}} = \frac{1620}{0,722} = 2243 \text{ N} \quad [5.1]$$

Jelikož na bloky působí síly ze dvou protilehlých stran, výslednou sílu  $F_n$  vydělím dvěma.

$$\frac{F_n}{2} = 1121,5 \text{ N} \quad [5.2]$$



Obr 5.1 Znázornění smykových tření a přitlačných sil [3]

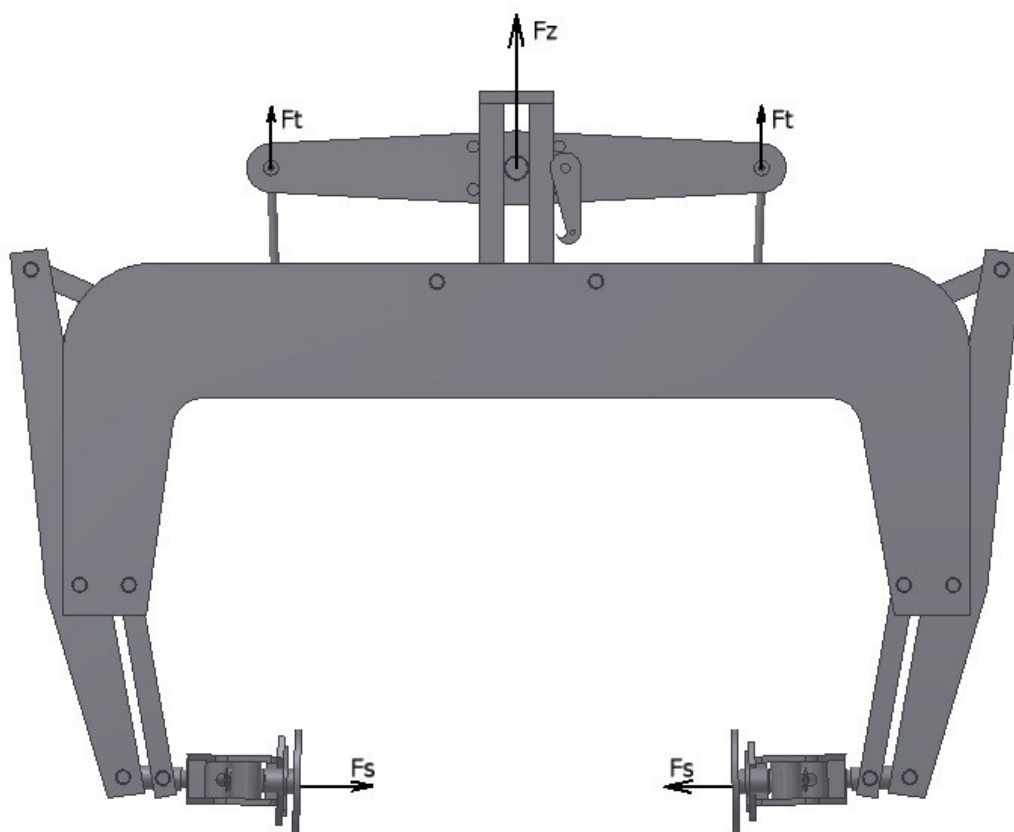
## 5.2 Silový rozbor

Svěrné síly kleští  $F_s$  jsou vyvozeny hmotností samotných kleští 400 kg, ke které se ještě připočte hmotnost zvedaného břemene, která bude vždy 162 kg, tj. hmotnost 18 superbloků.

Zdvihová síla  $F_z$  tedy bude:

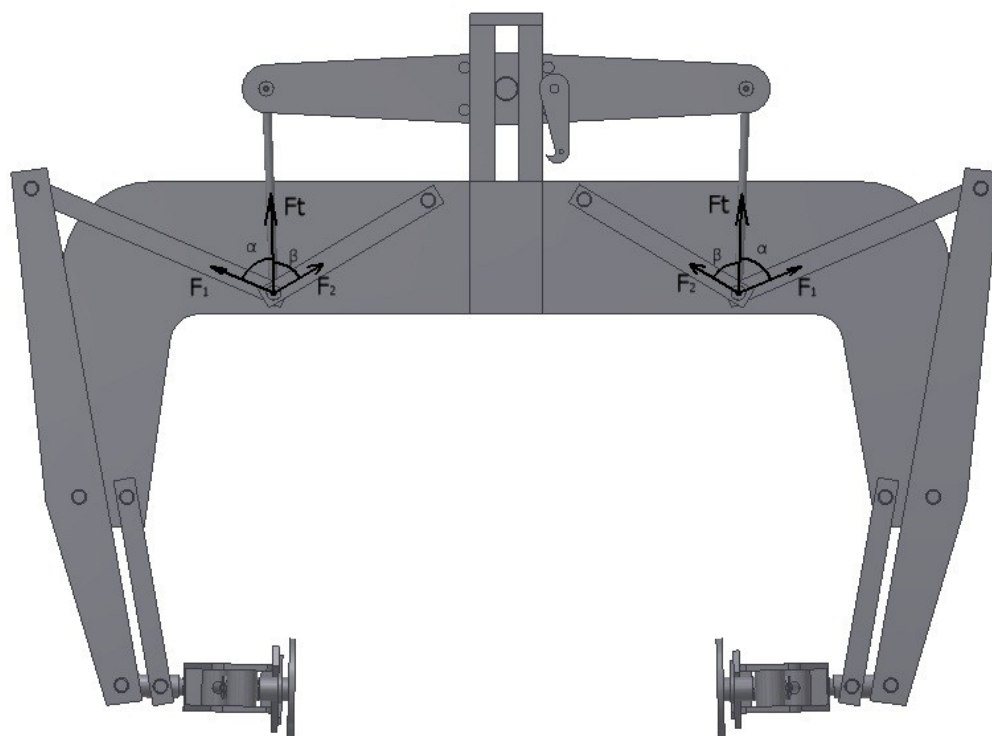
$$F_z = (m_k + m_b) \cdot g = (400 + 162) \cdot g = 5620 \text{ N} \quad [5.3]$$

Síla  $F_z$  se rozloží do obou ramen. Můžeme tedy říct, že  $F_t = F_z / 2 = 2810 \text{ N}$

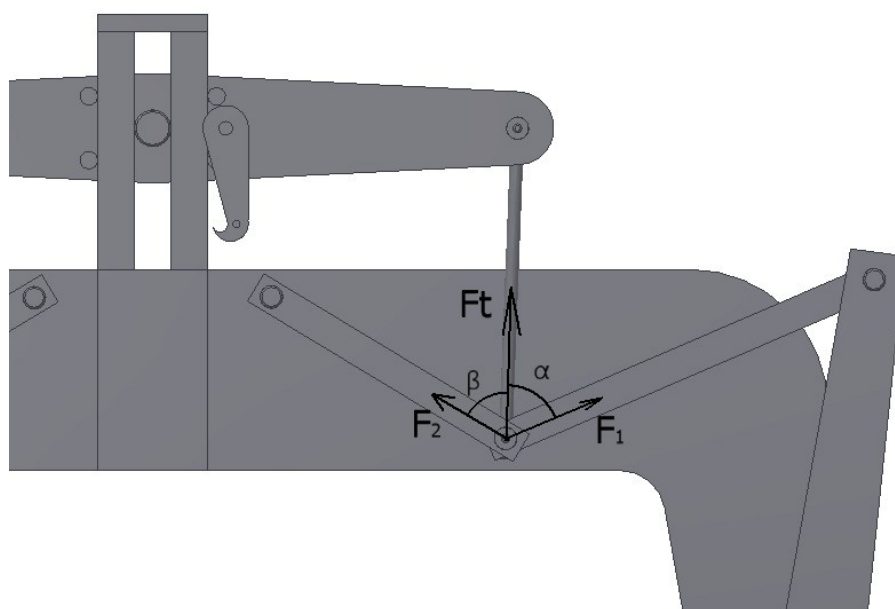


Obr 5.2 Základní silové účinky [3]

### 5.2.1 První silový rozklad



*Obr 5.3 Silový rozklad v prvním uzlu [3]*



*Obr. 5.4 Silový rozklad v prvním uzlu [3]*



Síla  $F_t$  se rozloží do dvou táhel přes úhly  $\alpha, \beta$ .

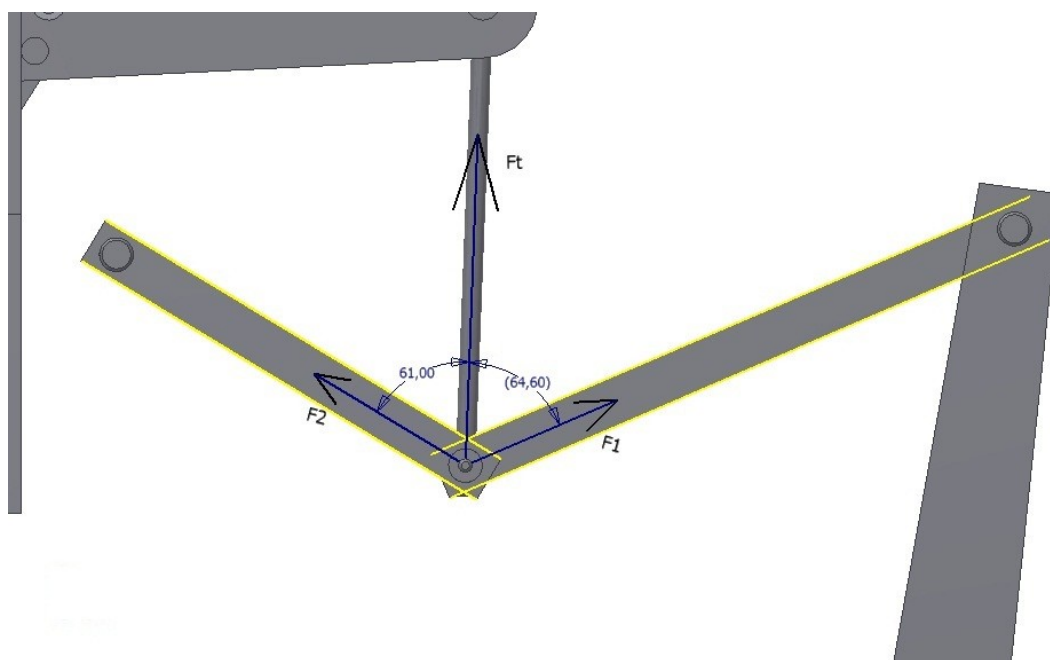
Kde:  $\alpha = 64^\circ$ ,  $\beta = 61^\circ$

Síla  $F_1$  :

$$F_1 = F_t \cdot \cos \alpha = 2810 \cdot \cos 64 = 1232 \text{ N} \quad [5.4]$$

Síla  $F_2$  :

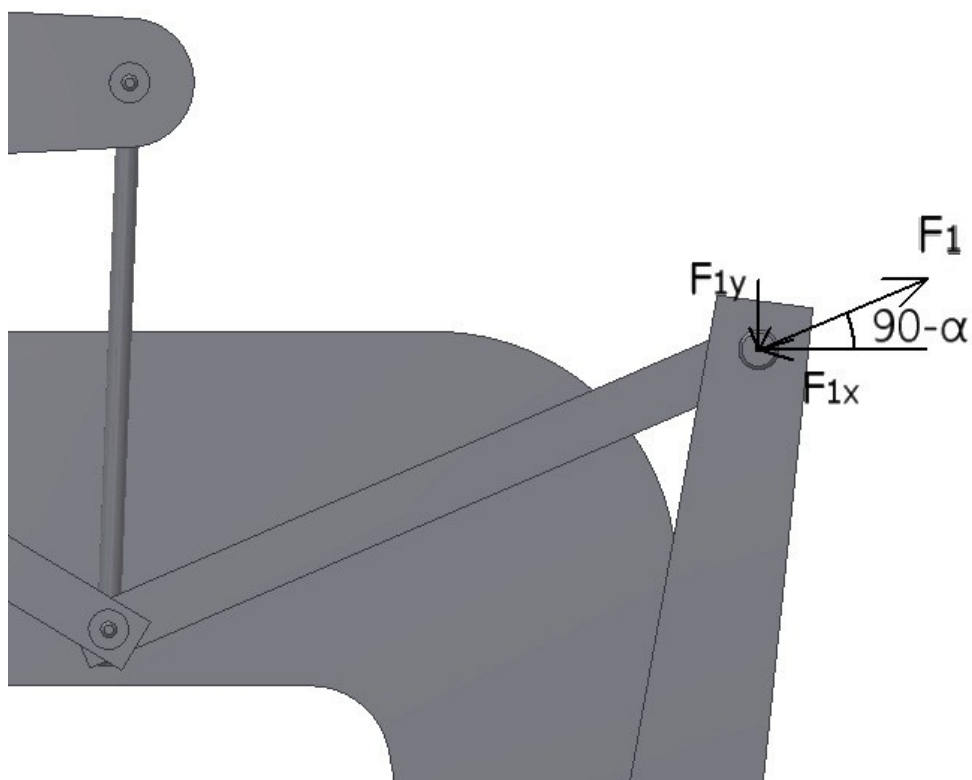
$$F_2 = F_t \cdot \cos \beta = 2810 \cdot \cos 61 = 1362 \text{ N} \quad [5.5]$$



Obr. 5.5 Silový rozklad v prvním uzlu [3]

V dalším výpočtu bude zřejmé, že velikost úhlu  $\alpha$  bude pro celý výpočet a funkčnost kleští klíčová.

### 5.2.2 Druhý silový rozklad



Obr. 5.6 Silový rozklad v prvním uzlu [3]

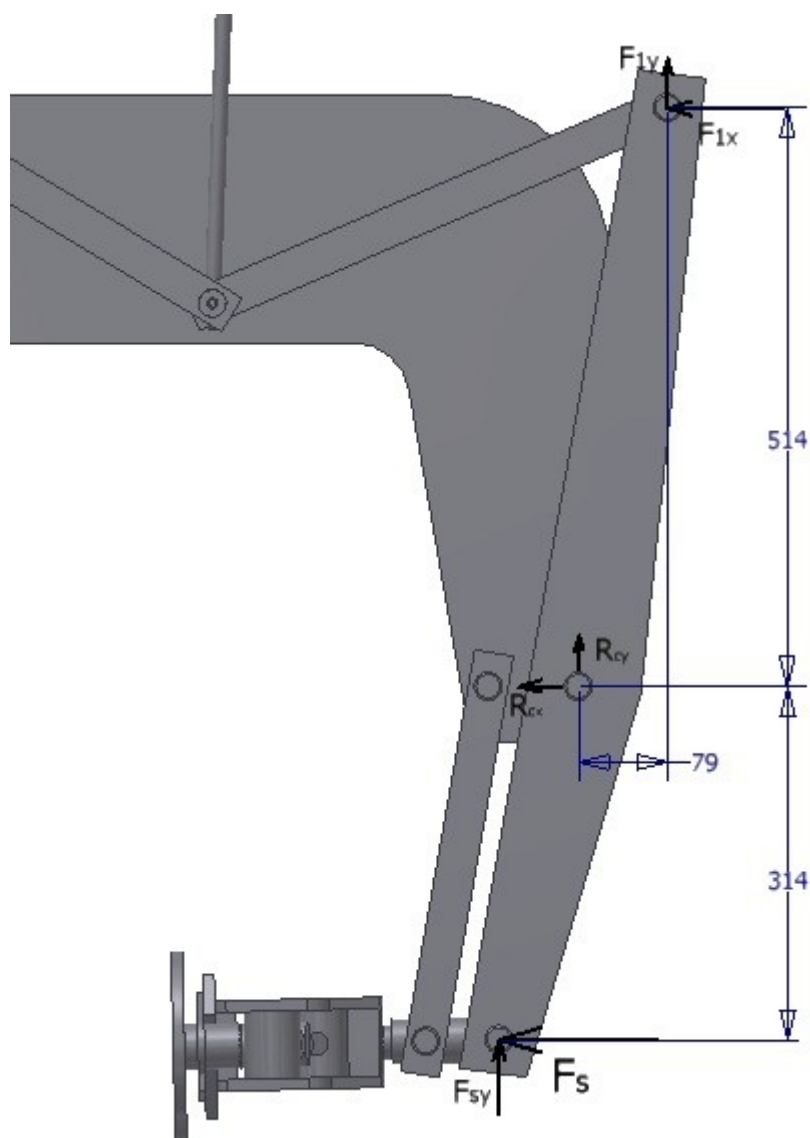
Síly  $F_1$  putuje táhlem k jejímu konci, kde se snaží posunout čepem. Sílu jsem rozložil do dvou kolmých složek, se kterými budu dále počítat.

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos 90 - \alpha = 1232 \cdot \cos 26 = 1107 \text{ N} \quad [5.6]$$

$$F_{1y} = F_1 \cdot \sin 90 - \alpha = 1232 \cdot \sin 26 = 540 \text{ N} \quad [5.7]$$

Složky síly působí na páku. Největší důležitost má síla  $F_{1x}$ , která tlačí páku vpravo, resp. vlevo a tím vyvolává svěrnou sílu. Síla  $F_{1y}$  je méně jak poloviční, ale ve výpočtu se projeví také a je nutno ji do výpočtu zahrnout.

### 5.2.3 Výpočet svěrné síly $F_s$



Obr. 5.7 Znázornění silových poměrů v kleštích [3]

Pomocí pákového pravidla a tří vět pro rovnovážnou soustavu sil vypočítám svěrnou sílu  $F_s$ .

Pro zjednodušení výpočtu nebudu počítat se silou  $F_{sy}$ . S ní by byl nosník jednou staticky neurčitý a jelikož sílu  $F_{sy}$  vůbec nepotřebuji znát a v kleštích je prakticky nepotřebná, do výpočtu ji nezahrnu.

$$l_1 = 514 \text{ mm} = 0,514 \text{ m}, l_2 = 79 \text{ mm} = 0,079 \text{ m}, l_3 = 314 \text{ mm} = 0,314 \text{ m}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{1x} + R_{cx} + F_s = 0 \quad [5.8]$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{1y} - R_{cy} = 0 \quad [5.9]$$

$$\sum M_C = 0$$

$$F_{1x} \cdot l_1 + F_{1y} \cdot l_2 - F_s \cdot l_3 = 0 \quad [5.10]$$

$$F_s = \frac{F_{1x} \cdot l_1 + F_{1y} \cdot l_2}{l_3}$$

$$F_s = \frac{1107 \cdot 0,514 + 540 \cdot 0,079}{0,313}$$

$$F_s = 1954 \text{ N} \quad [5.11]$$

U zdvihacích a manipulačních zařízení musí být do výpočtu započítána bezpečnost k. Pro tyto manipulační kleště volím bezpečnost  $k = 1,6$ . Kleště pracují s nízkou zdvihovou výškou a tak se pod ně takřka nikdo nedostane.

$$F_s > \frac{F_n}{2} \cdot k$$

$$1954 > \frac{2243}{2} \cdot 1,6$$

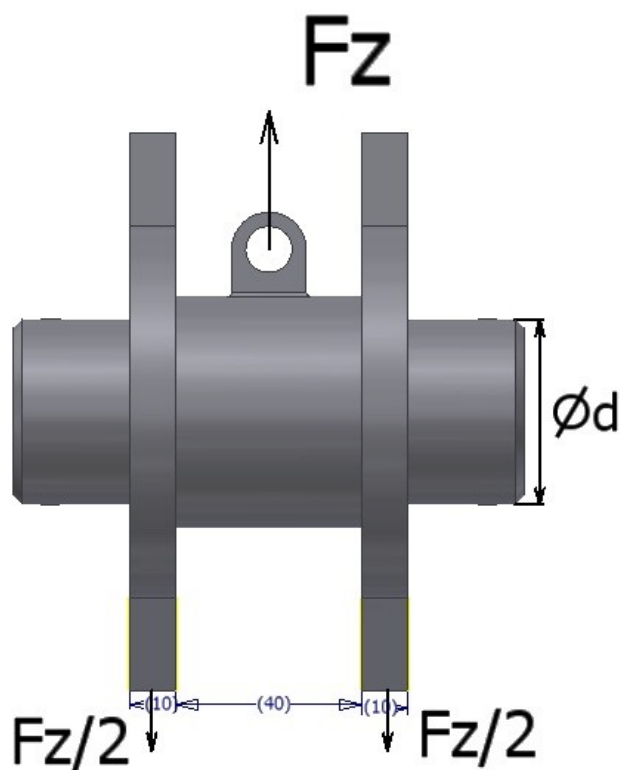
$$1954$$

$$> 1794,4 \quad [5.12]$$

Podmínka bezpečnosti je splněna.

## 6. Kontrola zvoleného průměru čepu

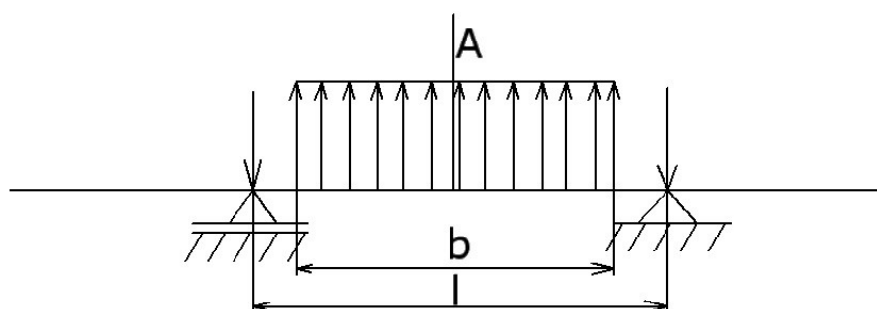
### 6.1 Kontrola hlavního čepu



Obr. 6.1 Síly působící na hlavní čep [3]

Zvolený materiál je 11500. Jeho parametry jsou, dovolené napětí v ohybu  $\sigma_{D0} = 110 \text{ MPa}$  a dovolené napětí ve stříhu  $\tau_{SD} = 70 \text{ MPa}$ .  
Dalšími rozměry jsou: průměr čepu  $d = 0,04 \text{ m}$ , šířka  $a = 0,01 \text{ m}$  a šířka  $b = 0,04 \text{ m}$ .

Kontrola průměru čepu z ohybové podmínky.



Obr. 6.2 Silový nosník hlavního čepu [3]

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{oD} \quad [6.1]$$

$$W_o = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad [6.2]$$

$$M_{oA} = \frac{F_z}{2} \cdot \frac{l}{2} - \frac{F_z}{2} \cdot \frac{b}{4} \quad [6.3]$$

$$\sigma_o = \frac{\frac{F_z}{2} \cdot \left(\frac{l}{2} - \frac{b}{4}\right)}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} \leq \sigma_{oD}$$

$$\sigma_o = \frac{16 \cdot F_z \cdot \left(\frac{l}{2} - \frac{b}{4}\right)}{\pi \cdot d^3} \leq \sigma_{oD}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot F_z \cdot \left(\frac{l}{2} - \frac{b}{4}\right)}{\pi \cdot \sigma_{oD}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 5620 \cdot \left(\frac{0,05}{2} - \frac{0,04}{4}\right)}{\pi \cdot 110000000}}$$

$$d = 0,0157 \text{ m} = 15,7 \text{ mm} \quad [6.4]$$

Jelikož se jedná o zdvihací zařízení, započtu do výpočtu také bezpečnost  $k = 2$

Výsledný průměr  $d$  tedy bude.  $d = d \cdot k = 15,7 \cdot 2 = 31,5 \text{ mm}$

Zvolený průměr čepu  $d = 40 \text{ mm}$  tedy vyhovuje kontrole čepu z ohybové podmínky.

Kontrola průměru čepu z podmínky na stříh.

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{SD} \quad [6.5]$$

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} \leq \tau_{SD}$$

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot F}{\pi \cdot \tau_{SD}}}$$

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 5620}{\pi \cdot 70000000}}$$

$$d = 0,00715 \text{ m} = 7,15 \text{ mm} \quad [6.6]$$

Jelikož se jedná o zdvihací zařízení, započtu do výpočtu také bezpečnost  $k = 2$

Výsledný průměr  $d$  tedy bude.  $d = d \cdot k = 7,15 \cdot 2 = 14,3 \text{ mm}$

Zvolený průměr čepu  $d = 40 \text{ mm}$  tedy vyhovuje kontrole čepu z podmínky pro stříh.

Kontrola čepu na otláčení. Kde  $p_D = 120 \text{ MPa}$

$$p = \frac{F}{S} \leq p_D \quad [6.7]$$

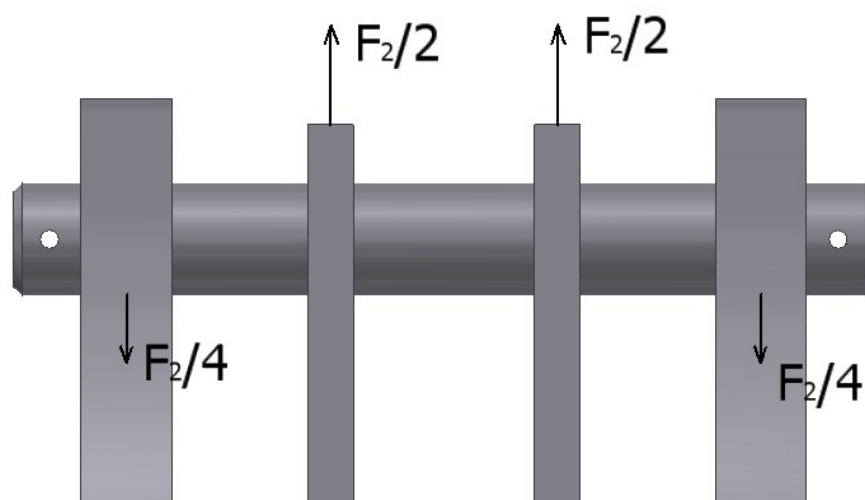
$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{F_z}{b \cdot d} \\ p_1 &= \frac{5620}{40 \cdot 40} \\ p_1 &= 3,5 \text{ MPa} \end{aligned} \quad [6.8]$$

$$\begin{aligned} p_2 &= \frac{F_z}{2 \cdot a \cdot d} \\ p_2 &= \frac{5620}{2 \cdot 10 \cdot 40} \\ p_2 &= 7,025 \text{ MPa} \end{aligned} \quad [6.9]$$

Kontrola na otláčení vyhovuje.

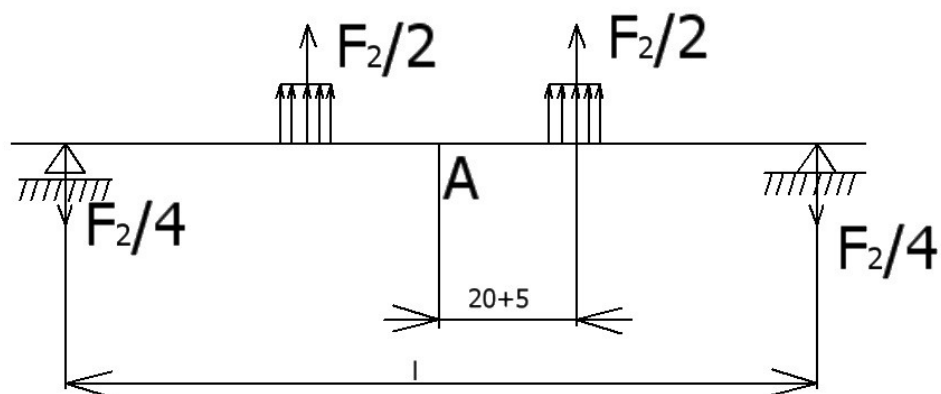
## 6.2 Kontrola nejvíce namáhaného dalšího čepu

Kontrola čepu, na který působí síla  $F_2$  vypočítaná ze síly  $F_1$  na počátku práce.



Obr. 6.3 Síly působící na čep [3]

Materiál a tedy i vlastnosti čepu jsou totožné s prvně počítaným čepem.



Obr. 6.4 Silový nosník [3]

Kontrola průměru čepu z ohybové podmínky.

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{oD} \quad [6.10]$$

$$M_{oA} = \frac{F_2}{4} \cdot \frac{l}{2} - \frac{F_2}{2} \cdot (0,02 + 0,005) \quad [6.11]$$



$$W_o = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad [6.12]$$

$$\sigma_o = \frac{\frac{F_2}{4} \cdot \frac{l}{2} - \frac{F_2}{2} \cdot (20 + 5)}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} \leq \sigma_{oD}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot \left( \frac{F_2}{4} \cdot \frac{l}{2} - \frac{F_2}{2} \cdot (0,02 + 0,005) \right)}{\pi \cdot \sigma_{oD}}}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot \left( \frac{1362}{4} \cdot \frac{0,140}{2} - \frac{1362}{2} \cdot (0,02 + 0,005) \right)}{\pi \cdot 110000000}}$$

$$d \geq 0,00856 \text{ m} = 8,56 \text{ mm} \quad [6.13]$$

Jelikož se jedná o zdvihací zařízení, započtu do výpočtu také bezpečnost  $k = 2$

Výsledný průměr  $d$  tedy bude.  $d = d \cdot k = 8,56 \cdot 2 = 17,2 \text{ mm}$

Kontrola průměru čepu z podmínky pro stříh.

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{SD} \quad [6.14]$$

$$\tau_s = \frac{F}{4 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} \leq \tau_{SD}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot \tau_{SD}}}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{1362}{\pi \cdot 70000000}}$$

$$d \geq 0,00249 \text{ m} = 2,49 \text{ mm} \quad [6.15]$$

Jelikož se jedná o zdvihací zařízení, započtu do výpočtu také bezpečnost  $k = 2$

Výsledný průměr  $d$  tedy bude.  $d \geq d \cdot k \geq 2,49 \cdot 2 \geq 4,98 \text{ mm}$

Zvolený průměr čepu  $d = 25 \text{ mm}$  tedy vyhovuje kontrole čepu z i podmínky pro stříh.

Kontrola čepu na otlačení. Kde  $p_D = 120 \text{ MPa}$

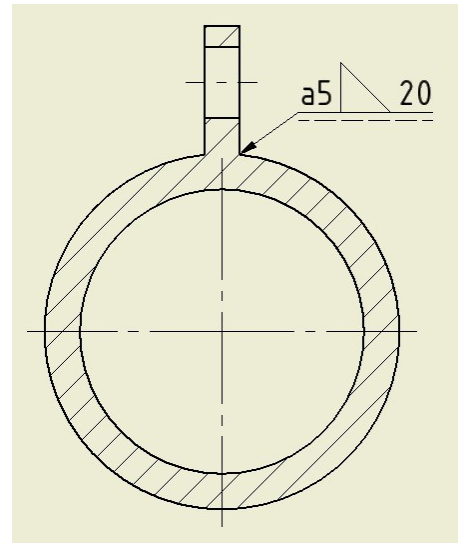
$$p = \frac{F}{S} \leq p_D \quad [6.16]$$

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{F_2}{2 \cdot a \cdot d} \\ p_1 &= \frac{1362}{2 \cdot 10 \cdot 25} \\ p_1 &= 2,724 \text{ MPa} \end{aligned} \quad [6.17]$$

$$\begin{aligned} p_2 &= \frac{F_2}{2 \cdot b \cdot d} \\ p_2 &= \frac{1362}{2 \cdot 20 \cdot 25} \\ p_2 &= 1,362 \text{ MPa} \end{aligned} \quad [6.18]$$

Kontrola na otlačení vyhovuje.

### 6.3 Výpočet svaru oka



Obr. 6.5, 6.6 Oko pro hák [3]

Pro kontrolu svaru jsem vybral nejvíce namáhaný svar, kde působí celá zdvihací síla, tedy  $F_z = 5620 \text{ N}$ , Dovolené napětí ve svaru  $\tau_{Dsvaru} = 80 \text{ MPa} = 80000000 \text{ Pa}$

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{Dsvaru} \quad [6.19]$$

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot s \cdot l}$$

$$\tau_s = \frac{5620}{2 \cdot 0,005 \cdot 0,02}$$

$$\tau_s = 28100000 \text{ Pa} = 28,1 \text{ MPa} \quad [6.20]$$

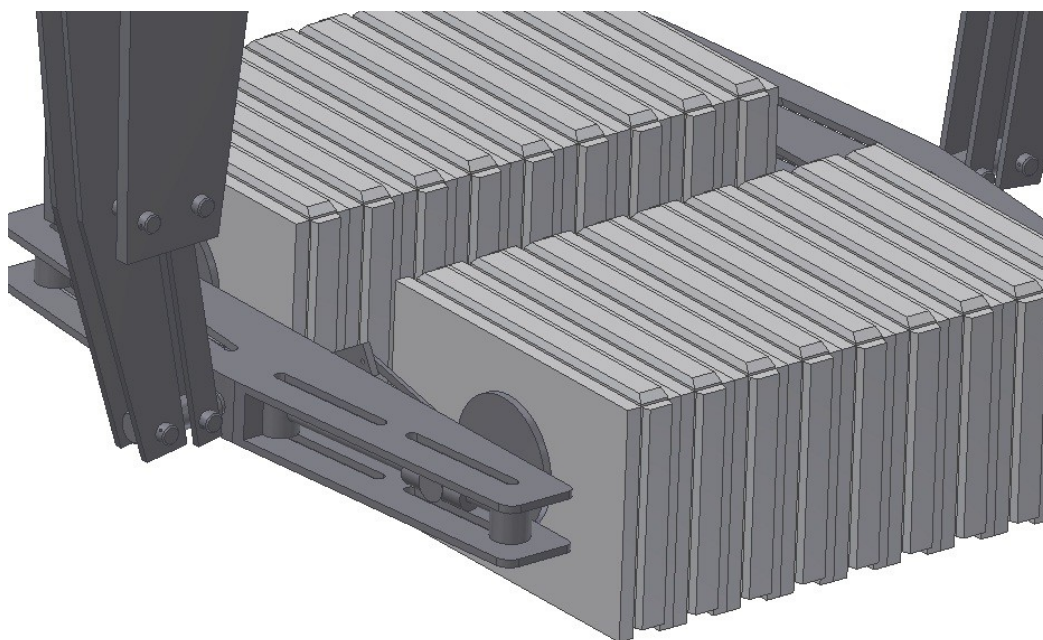
$$\tau_s \leq \tau_{Dsvaru}$$

Koutový svar vyhovuje.

## 7. Kontrola sádrových bloků na otlačení

Protože manipulovaným materiálem jsou bloky ze sádrovce, který má určitou mez pevnosti v tlaku je nutné uvažovat i s nebezpečím toho, že by se mohly sádrovcové bloky pod svěrnou silou kleští zbortit. Mez pevnosti v tlaku bloku  $p_{dov} = 2 \text{ MPa}$ .

Nejdříve je nutné si vypočítat jakou styčnou plochu budou mezi sebou bloky a kleště mít. Z obrázku [20] je patrný dotyk dlani čelistí s bokem bloku, kruhovou plochou ve tvaru dlani. Styčná plocha bude tedy plochou kruhu.



Obr. 7.1 Zobrazení dotyku dlani kleští s blokem [3]

$$p = \frac{F}{S} \leq p_{dov} \quad [7.1]$$

$$S = r^2 \cdot \pi \quad [7.2]$$

$$p \frac{2 \cdot F_s}{2 \cdot r^2 \cdot \pi} \leq p_{dov}$$

$$p \frac{2 \cdot 1954}{2 \cdot 85^2 \cdot \pi} \leq p_{dov}$$

$$0,172 \leq 2 \text{ [MPa]} \quad [7.3]$$

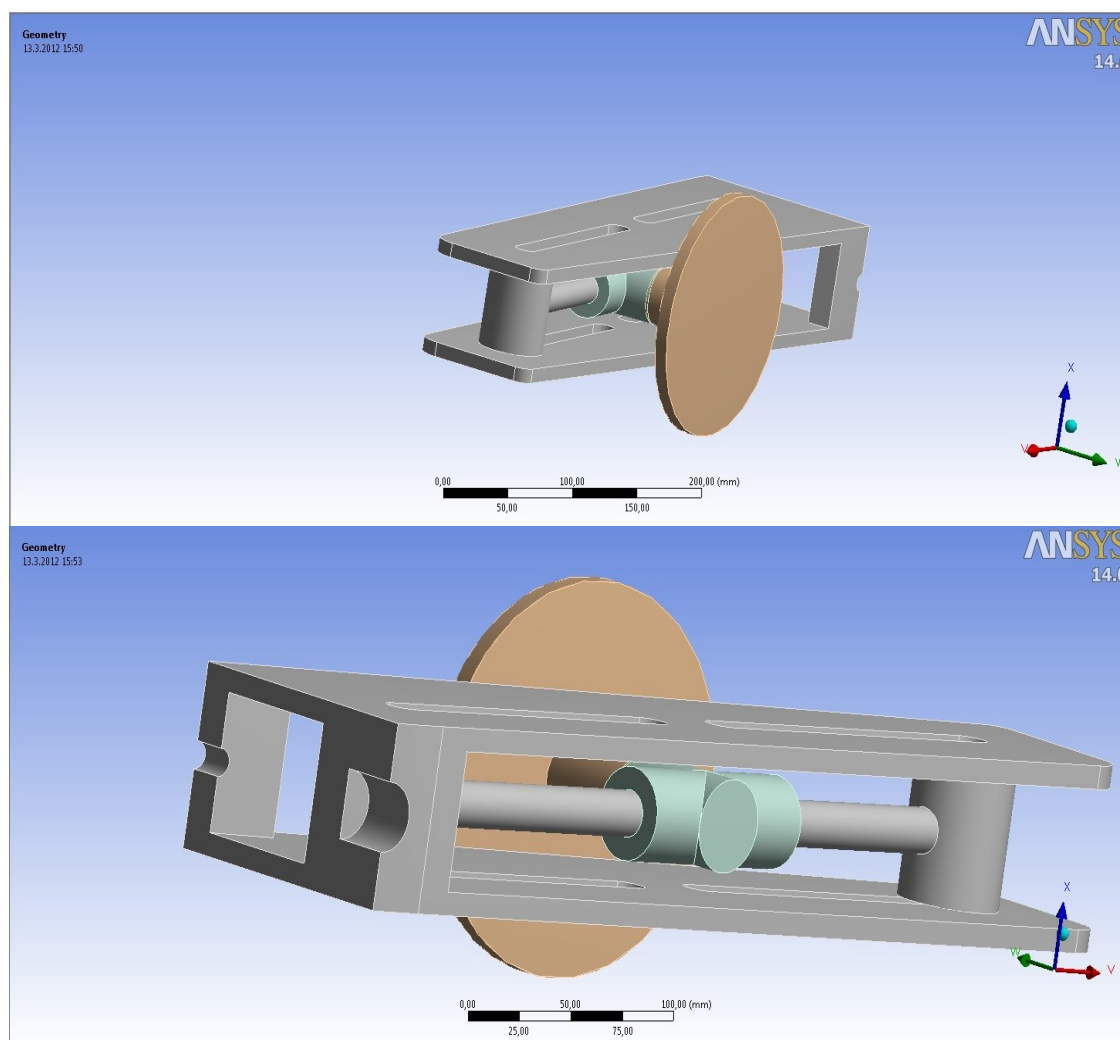
Podmínka vyhovuje a není se tedy obávat rozdrčení sádrového bloku.

## 8. Kontrola čelistí pomocí MKP

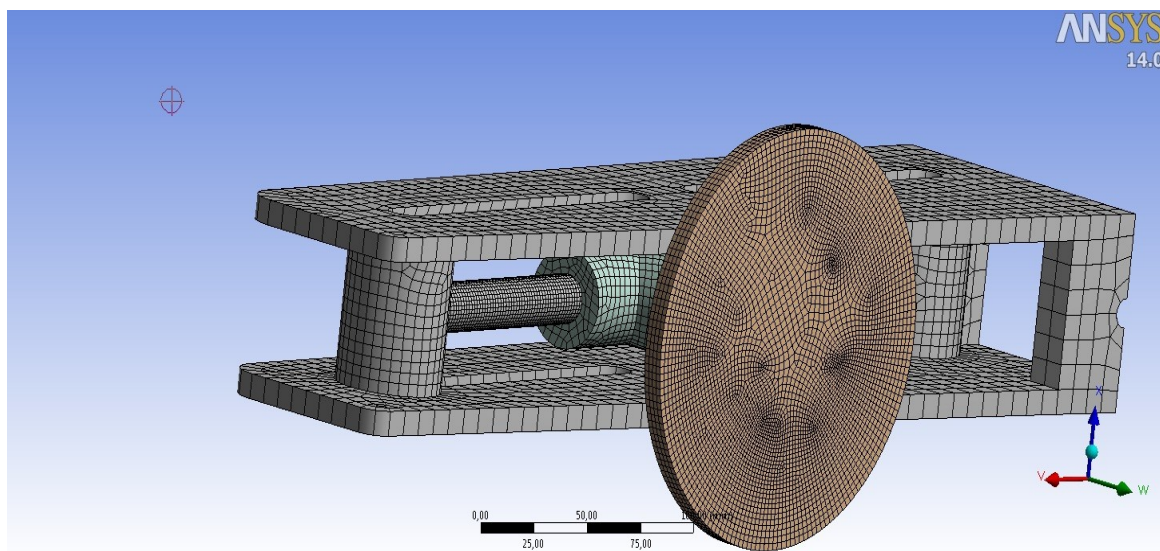
Dle CAD modelu a zatížení bylo zadáno vytvořit model konečných prvků a provedení výpočtů napjatosti a deformací. Cílem kontroly bylo vedení „dlaní“ čelistí, které budou svěrnou silou nejvíce přenášet.

### 8.1 Vytvoření počítačového modelu pomocí metody konečných prvků

Pomocí modelu vytvořeným softwarem Inventor byl v softwaru ANSYS Workbench 14 vytvořen výpočtový model. Vytvořený výpočtový model se liší od skutečného modelu v několika detailech z důvodu zjednodušení výpočtu. Charakteristická geometrie Čelistí umožnila využít rovinné symetrie viz obr. [8.1, 8.2]. Výpočtový model čítá 88734 elementů a 316664 uzlů. Sít' konečných prvků je zobrazena na obr. [8.3].



Obr. 8.1, 8.2 Geometrie poloviny čelistí [3]



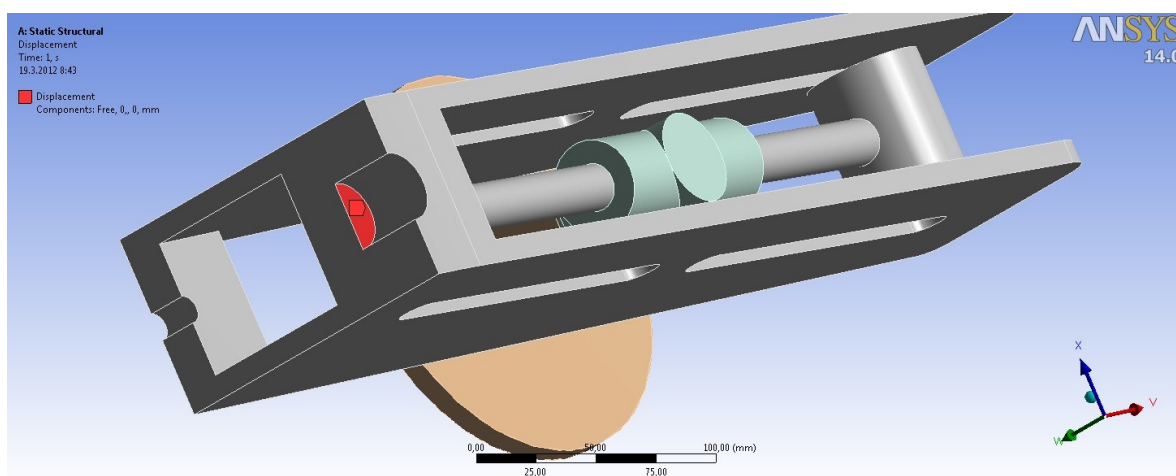
*Obr. 8.3 Síť konečných prvků [3]*

Materiál čelistí je ocel pevnostní třídy 12. Označení dle ČSN 12 020.1. Modul pružnosti  $E = 210\,000\text{ MPa}$  a poissonovo číslo  $\mu = 0,3$ ). Mez kluzu  $Re = 235\text{ MPa}$

Na dlaň čelistí bude působit reakce svěrné síly. Tato síla je po předešlém analytickém výpočtu  $F_s = 1962\text{ N}$  ( do výpočtu zadáno  $2000\text{ N}$ .)

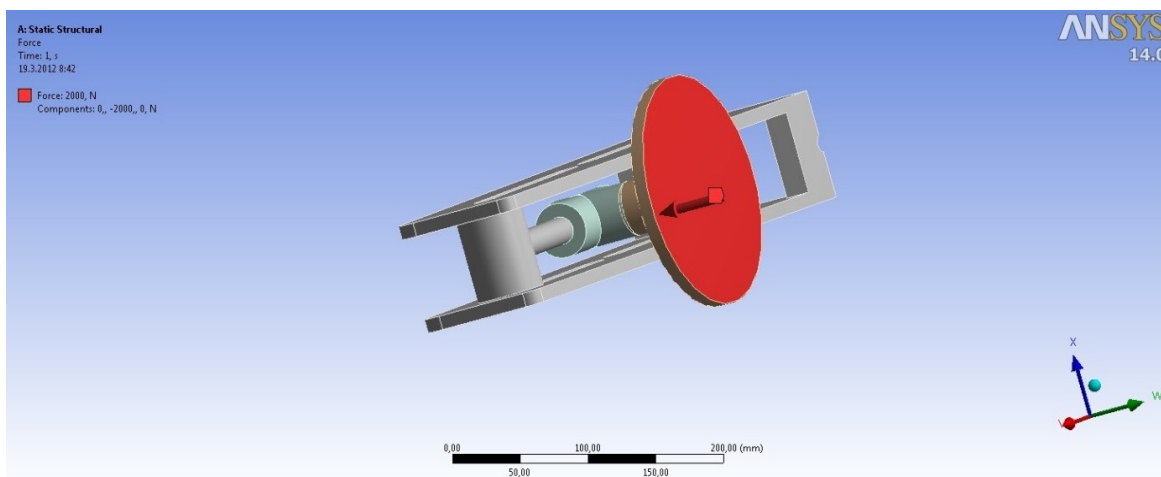
Na obr. [8.4]. je znázorněno vetknutí kleští a na obr. [8.5]. je síla působící na dlaň kleští.

Zamezení posuvu všem uzlům na ploše zobrazeně červeně.



*Obr. 8.4 Kinematické okrajové podmínky [3]*

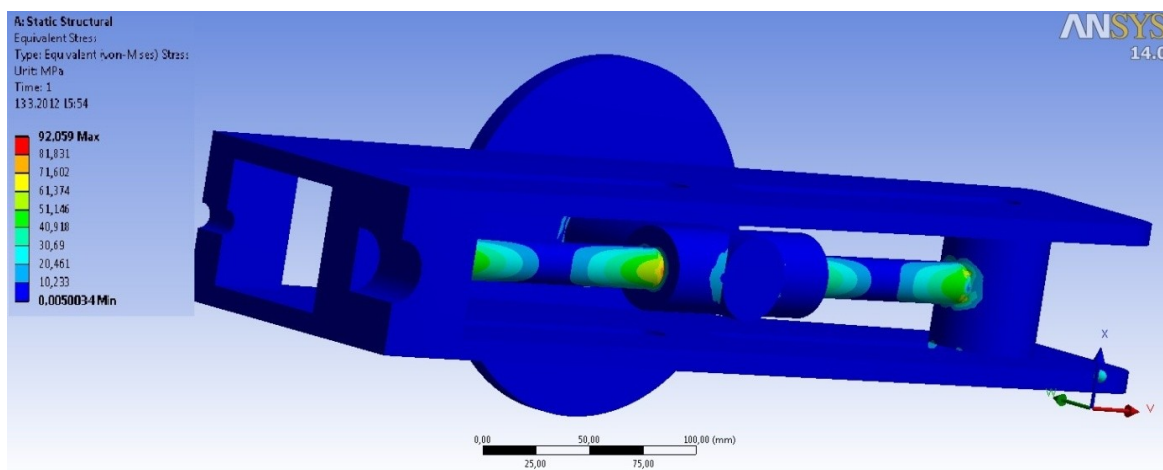
Síla působící normálově k červeně zobrazené ploše ve směru šipky.



Obr. 8.5 Silové okrajové podmínky [3]

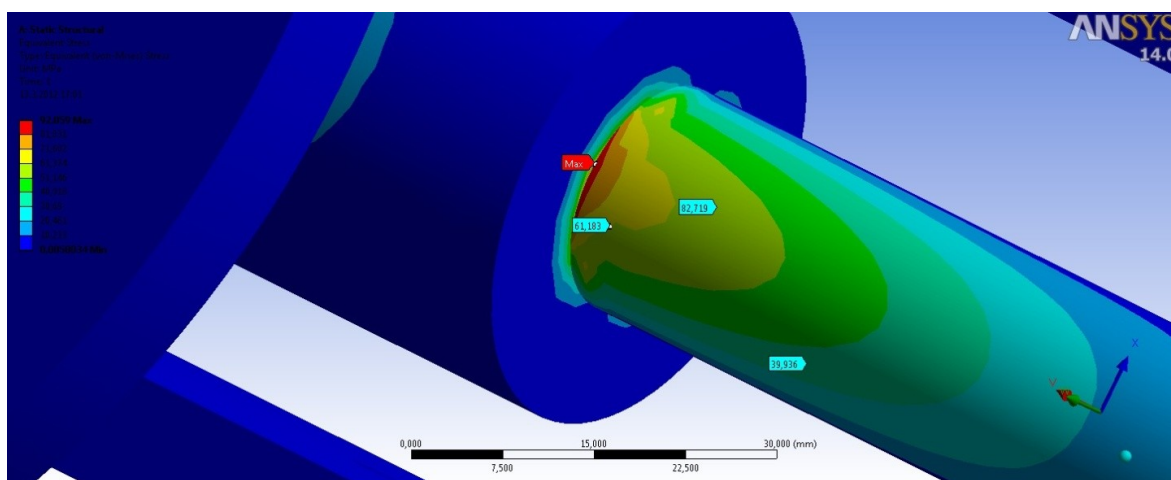
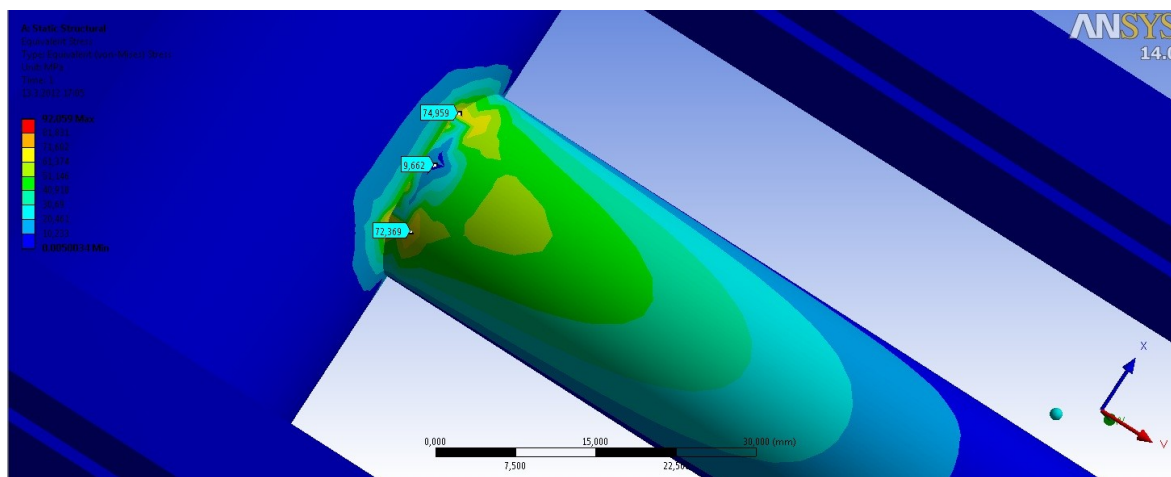
## 8.2 Výpočet napjatosti a deformace vedení dlaň čelistí

Analýza vedení. Dle vypočtených výsledků hledáme polohu nebezpečných míst.

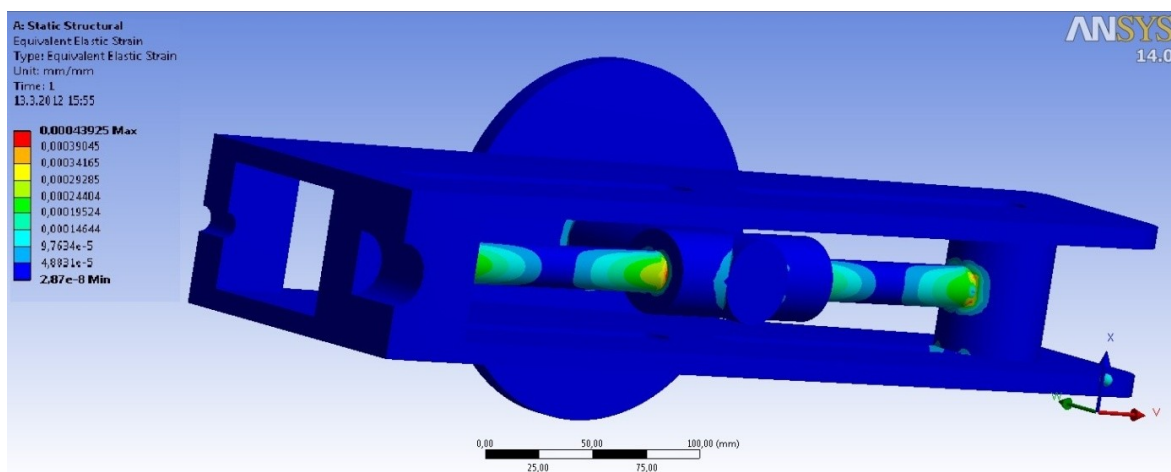


Obr. 8.6 Redukované napětí [MPa] dle hypotézy HMH [3]





Obr. 8.7, 8.8 Redukované napětí, detaily míst s největším napětím [MPa] [3]  
Zde je znázorněna elastická deformace.



Obr. 8.9 Ekvivalentní deformace [3]



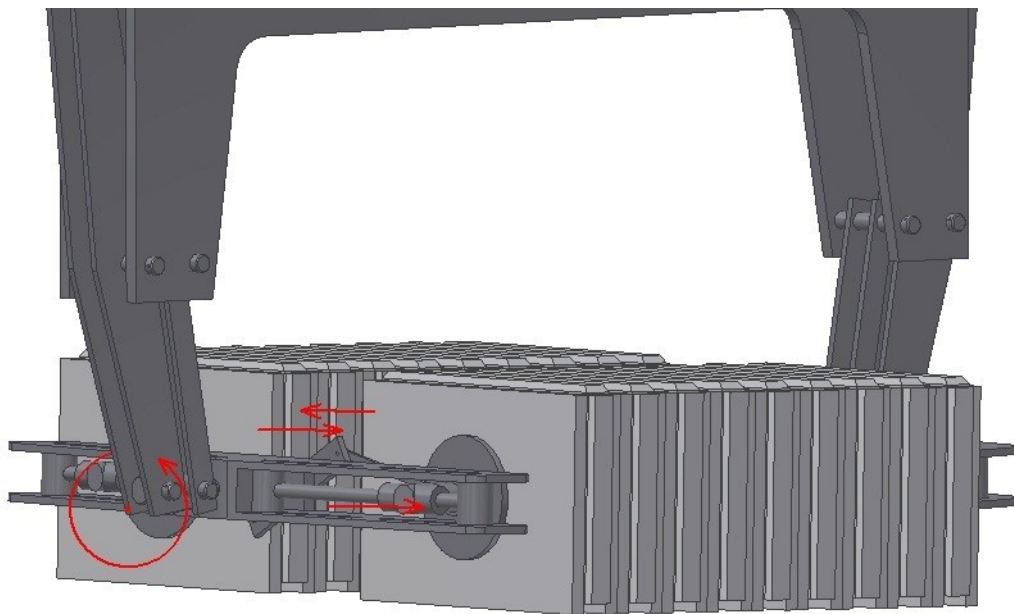
### **8.3 Závěr dosažených výsledků pomoci MKP**

Dle modelu Inventoru a zatížení bylo zadáno vytvořit model konečných prvků a provedení výpočtů napjatosti a deformací. Cílem kontroly bylo vedení „dlaní“ čelistí, které budou svěrnou silou nejvíce přenášet.

Na základě dostupných teorií z oblasti pružnosti a pevnosti jsme se přesvědčili, že při daném zatížení 2000 N nebudou překročeny mezní mechanické vlastnosti materiálu (mez kluzu), a námi zvolený materiál toto zatížení bez problému vydrží.

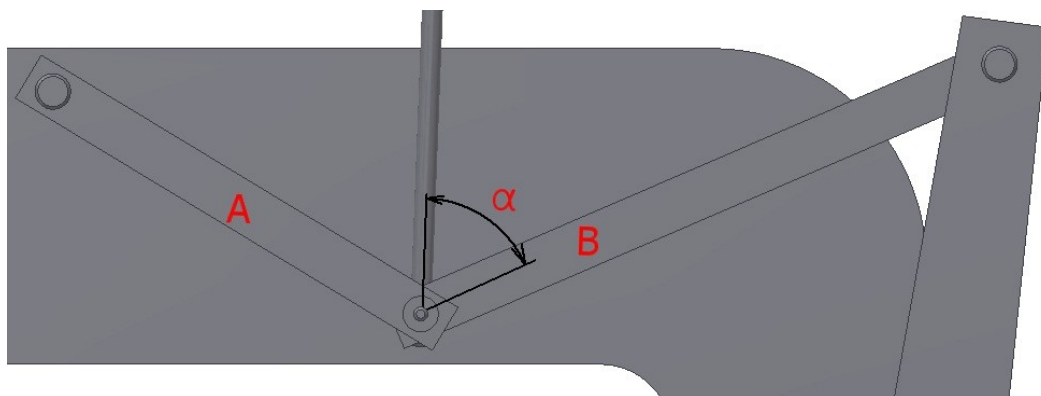
## 9. Konstrukční řešení jednotlivých dílů

Kleště konají celkem 3 pohyby. První hlavní pohyb je sevření všech bloků mezi dlaně kleští a zajistit jejich manipulaci. Druhý pohyb je přitisknutí dvou řad bloků k sobě a třetí pohyb je otočení celých čelistí kolem své osy a natočení tak všech 18 bloků do polohy pro přesné ustavení bloků na paletu.



Obr. 9.1 Pohyby kleští [3]

Celá konstrukce kleští je celkem jednoduchá. Největším problémem byl úhel  $\alpha$ , který při sevřených kleštích, tj. rozteč kleští 720 mm, nemohl být větší než  $68^\circ$  díky optimálnímu přenosu sil. Tím jsem dosáhl různou kombinací délek ramen A a B. Při každé změně jejich délek se taktéž měnil poměr délek  $l_1$ ,  $l_2$  a  $l_3$  viz, obrázek [19]. A proto jsem nad řešením tohoto problému strávil nejvíce času.



Obr. 9.2 Délky ramen A a B a velikost úhlu  $\alpha$  [3]

## 9.1 Závěsné oko

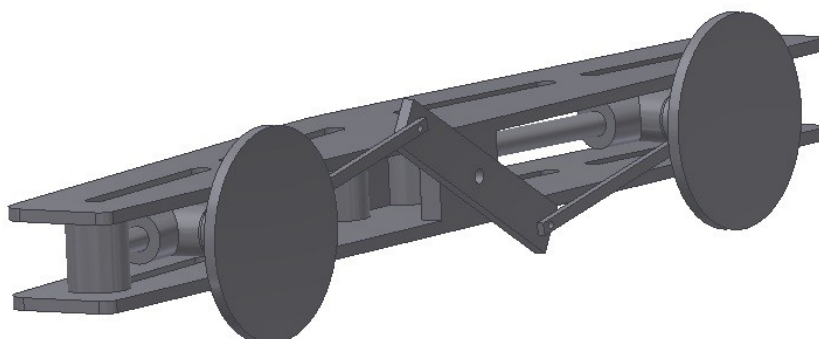
Závěsné oko jsem zvolil pevné a neotočné, s předpokladem otáčení ve svislé ose samotného háku. Je to jednoduchá konstrukce, kdy bude na trubce o vnitřním průměru 40 mm navařeno samotné oko.



*Obr. 9.3 Závěsné oko [3]*

## 9.2 Čelisti

Celé čelisti jsou svařované z tlustých plechů a tyčí. Plní funkci otočnou kolem své osy souměrnosti a také přisunutí bloků po vedení uvnitř čelistí.



*Obr. 9.4 Čelisti s vedením a dlaněmi [3]*

### 9.3 Zachycení

Zachycení nebo upevnění kleští v rozevřené poloze při jejich manipulaci zajišťuje hák ovládaný manuálně. Hák se zachytí za navařený výstupek na vedení hlavního čepu.



*Obr. 9.5 Zachycení [3]*

## 10. Závěr

Samosvorné manipulační kleště jsou konstrukčně a výrobně velmi jednoduché. Nepotřebují pro svou obsluhu specializovaného pracovníka, ale bohatě stačí proškolený dělník.

Pro svou konstrukci kleští jsem vycházel z obdobně řešených kleští ve firmě Gypstrend s.r.o. Avšak díky pneumatickým zařízením jsou kleště tyto již déle než 15 let mimo provoz a pro ukládání na palety se používají kleště poháněné pneumatickými válci.

V porovnání se samosvornými kleštěmi řešenými studentem VŠB – TU Ostrava několik let zpět, jsou tyto kleště z prvního pohledu složitější, ale největší rozdíl je v jejich hmotnosti a možnosti přepravovat najednou 18 kusů superbloku. A právě vysoké přepravované množství je důležitým aspektem konstrukce těchto samosvorných kleští.

## 11. Seznam použité literatury

### Literatura

- [ 1 ]      Podklady dodané firmou Gypstrend s.r.o.
- [ 2 ]      Gypstrend s.r.o.: Profil společnosti. [online]. [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.gypstrend.cz/?clanek=1>
- [ 3 ]      Miroslav Benc: Zdvihačí zařízení. [online]. [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.mbenc.cz/clanky/zdvihaci-zarizeni.html>
- [ 4 ]      Jeřáby a zdvihačí technika: Standartní jeřáby. [online]. [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.iteco.cz/>
- [ 5 ]      LEINVEBER, Jan. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 2. dopl. vyd. Úvaly: ALBRA, 2005, 907 s. ISBN 80-736-1011-6.

### Obrázky

- [ 1 ]      katalog firmy Iteco s.r.o.
- [ 2 ]      webové stránky firmy Gypstrend s.r.o.
- [ 3 ]      vytvořené autorem práce

## **12. Přílohy**

### **Výkresy**

- [ 1 ]      Výkres sestavení – KRA0030 – SVMK
- [ 2 ]      Výrobní výkres hlavní desky – KRA0030 – SVMK - 01